

CONSTRUCTION ET ÉVALUATION DE SCÉNARIOS TERRITORIAUX D'INSERTION DE LÉGUMINEUSES

PROGRAMME ANR :

Viabilité et Adaptation des
Ecosystèmes Productifs,
Territoires et Ressources face
aux Changements Globaux
(AGROBIOSPHERE) 2013

DURÉE :

Janvier 2014
Juillet 2018

BUDGET :

829 810 euros

RÉFÉRENCE PROJET :

ANR-13-AGRO-0004

SITE INTERNET DU PROJET :

www.inra.fr/legitimes

COORDINATEUR DU PROJET :

Marie-Helene JEUFFROY
UMR Agronomie INRA-AgroParisTech Université Paris-Saclay





- ➔ LES LÉGUMINEUSES : UN SI BON PRÉCÉDENT
POUR L'AZOTE ? **22**
*G Corre-Hellou, M Mauline, J Poret, C Naudin, S Sorin, E Pelzer,
S Médiène, M-H Jeuffroy, M Bazot, A Butier, M Quinio, D Garnaud,
E-P Journet, E Lecloux, E Justes, A Larribeau*
- ➔ TOUTES LES LÉGUMINEUSES
SE VALENT-ELLES POUR L'AZOTE ? **23**
M Guinet, B Nicolardot, A-S Voisin
- ➔ COMMENT GÉRER L'AZOTE DANS DES SYSTÈMES
DE CULTURE AVEC DES LÉGUMINEUSES ? **25**
L Bedoussac, H Tribouillois, D Plaza-Bonilla, E-P Journet, E Justes
- ➔ LES LÉGUMINEUSES PERMETTENT-ELLES
DE GÉRER LE SALISSEMENT DES PARCELLES ? **27**
S Mediene, M Quinio, E Pelzer

COMMENT GÉRER L'AZOTE DANS DES SYSTÈMES DE CULTURE AVEC DES LÉGumineUSES ?

Les préoccupations croissantes concernant le changement climatique et les impacts environnementaux exigent la transformation des systèmes de culture en introduisant notamment plus de légumineuses pour augmenter les bénéfices de la fixation de N₂ et rompre les cycles des maladies et ravageurs des cultures.

L'objectif de notre travail était de concevoir et d'évaluer des prototypes de systèmes arables en utilisant conjointement des expérimentations de terrain et la modélisation. Nous nous intéresserons ici à l'étude :

1. De l'impact des légumineuses à graines au niveau de la rotation,
2. Des cultures intermédiaires pour fournir des services à la fois d'engrais vert et de piège à nitrate,
3. Des cultures associées de légumineuses à graines et céréales.

Protocole pour l'étude de l'impact des légumineuses à graines au niveau de la rotation :

Deux expérimentations de 6 ans ont été initiées à l'INRA de Toulouse (SO France) en 2003-2004 pour étudier les effets de l'introduction de légumineuses dans les rotations en s'intéressant à l'efficacité de l'azote et à la fertilité du sol à moyen terme.

Six rotations de 3 ans ont été comparées, différenciées par la fréquence des légumineuses dans la rotation et la présence ou non de cultures intermédiaires le tout en gérant les cultures au moyen de règles de décision afin d'ajuster les actes techniques, et en particulier la fertilisation, au sol et à l'état des cultures.

Des simulations à l'échelle de la rotation ont été réalisées à l'aide du modèle sol-culture STICS prenant en compte les principaux processus impliqués dans les bilans hydrique et azoté et ce de façon dynamique.

Comparaison de six rotation avec 0, 1 ou 2 légumineuses à graines et avec ou sans cultures intermédiaires

0 Légumineuse
+(Cultures intermédiaires)



1 Légumineuse
+(Cultures intermédiaires)



2 Légumineuses
+(Cultures intermédiaires)



Protocole pour l'étude des cultures intermédiaires pour leurs effets d'engrais vert et piège à nitrate :

D'autres expérimentations ont été menées sur trois sites français avec des conditions climatiques et des caractéristiques de sol contrastées afin d'analyser plus finement les effets des cultures intermédiaires.

Dans ces essais, dix espèces (cinq légumineuses et cinq non légumineuses) présentant des dynamiques de croissance rapide et des architectures aériennes et racinaires contrastées ont été évaluées dans des cultures pures et dans des mélanges substitutifs bi-spécifiques et les comparant à un témoin sol nu.

La biomasse, l'acquisition d'N, le rapport C:N et l'N minéral du sol ont été mesurés et les services écosystémiques de gestion de l'azote évalués à l'aide de données expérimentales et de modélisation.

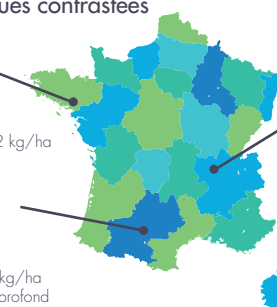
3 sites aux conditions
pédoclimatiques contrastées

Arvalis Bignan
T = 13.5 °C
P+ETP = 164 mm
Azote minéral : 112 kg/ha
Sol limoneux

INRA Auzeville
T = 19.1 °C
P+ETP = -97 mm
Azote minéral : 53 kg/ha
Sol argilo-limoneux profond

Arvalis Lyon

T = 18.4 °C
P+ETP = -12 mm
Azote minéral : 31 kg/ha
Sol très caillouteux



COMMENT GÉRER L'AZOTE DANS DES SYSTÈMES DE CULTURE AVEC DES LÉGUMINEUSES ?

Quels effets des légumineuses à graines dans la rotation ?

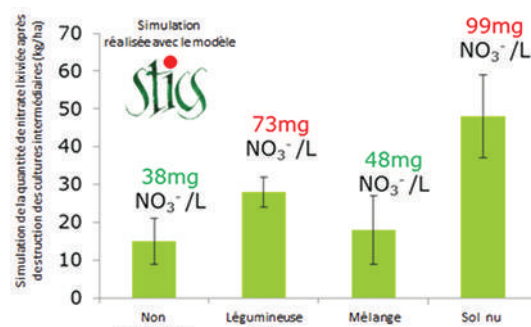
Les légumineuses d'hiver et de printemps précédant une culture de blé dur ont des effets positifs, en raison :

- De la plus grande disponibilité en azote du sol au moment du semis
- De la rupture potentielle des cycles de maladies et ravageurs.

Cependant, des niveaux plus élevés d'azote minéral dans le sol à la récolte et en novembre après les cultures de légumineuses augmentent le risque potentiel de lixiviation des ions nitrate qui peut-être efficacement réduit par l'introduction de cultures intermédiaires.

Quels effets des mélanges de cultures intermédiaires et en particulier des mélanges ?

- La quantité de nitrate lixiviée pendant toute la période de drainage (après la destruction automnale des cultures intermédiaires)
 - Est significativement plus faible avec cultures intermédiaires qu'avec sol nu,
 - Ne diffère pas significativement entre les mélanges et les non légumineuses pures,
 - Les mélanges avec crucifères ont les meilleurs résultats de par leur capacité à capter rapidement l'azote minéral,
 - Les légumineuses pures permettaient une réduction par rapport au sol nu mais moindre.
- Les cultures intermédiaires sont particulièrement efficaces pendant les hivers humides lorsque le volume de drainage est élevé et favorise la lixiviation de nitrate ainsi que des concentrations élevées.
- La libération de l'azote présent dans les résidus des cultures intermédiaires pourrait compenser en grande partie la compétition préemptive pour l'azote minéral du sol lors d'une destruction avant l'hiver.
- L'azote minéralisé provenant des résidus de cultures intermédiaires était significativement plus élevé pour les mélanges que pour les non légumineuses montrant un service d'engrais vert des mélanges.



Tribouillois et al. (2016)

Ce qu'il faut retenir :

- L'introduction de légumineuses à graines en pures ou en association et de cultures intermédiaires combinant une légumineuse et une non-légumineuse est intéressante à la fois pour la production de graines et pour la production de services écosystémiques.
- Cela confirme l'intérêt des légumineuses pour la conception de systèmes de culture innovants pour accroître l'efficacité de l'utilisation de l'azote.
- Du fait de la complémentarité entre les espèces, les associations améliorent l'utilisation des ressources azotées, en particulier dans les systèmes à faible N disponibles car :
 - les cultures intermédiaires bi-spécifique avec une légumineuse peuvent fournir un bon compromis entre capture du nitrate et effet engrais vert
 - la culture associée pour la production de graines permet simultanément d'améliorer le rendement et d'augmenter la teneur en protéines de la céréale.

Ce qu'il reste à faire :

Un certain nombre de facteurs doivent encore être optimisés afin d'optimiser les systèmes culturaux :

- Pour les cultures associées, les choix (espèces, cultivars, position dans la rotation, structure et densité de semis...) dépendent d'objectifs spécifiques comme la production de céréale, le rendement total maximum, la production maximale de protéines ou la teneur en protéines de la céréale élevée.
- Pour les cultures intermédiaire, les choix du mélange et de la gestion de la période d'interculture doivent être adaptés aux conditions de sol et de climat en fonction des services souhaités.